

## СПОСОБИ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РАЙОНУВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

**Пашинський В.А.**, д.т.н., професор

*Кіровоградський національний технічний університет*

**Пашинський В.В.**, к.т.н., асистент

*Одеська державна академія будівництва і архітектури*

**Пашинський М.В.**, аспірант

*Кіровоградський національний технічний університет*

*filonalone@gmail.com*

**Анотація.** За результатами порівняльного аналізу виявлені переваги й недоліки різних способів територіального районування розрахункових параметрів кліматичних навантажень і впливів на будівельні конструкції. Показано, що табличний та картографічний способи територіального районування не повністю відповідають сучасним вимогам до точності, простоти й надійності визначення необхідних розрахункових параметрів. Запропоновано використання адміністративно-територіального, розрахункового та автоматизованого способів територіального районування та показана можливість реалізації цих способів для районування території України за характеристичними значеннями кліматичних навантажень.

**Ключові слова:** кліматичні навантаження і впливи, розрахункові параметри, територіальне районування.

## СПОСОБЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

**Пашинский В.А.**, д.т.н., профессор

*Кировоградский национальный технический университет*

**Пашинский В.В.**, к.т.н., ассистент

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

**Пашинский Н.В.**, аспирант

*Кировоградский национальный технический университет*

*filonalone@gmail.com*

**Аннотация.** В результате сравнительного анализа выявлены преимущества и недостатки различных способов территориального районирования расчетных параметров климатических нагрузок и воздействий на строительные конструкции. Показано, что табличный и картографический способы территориального районирования не полностью отвечают современным требованиям к точности, простоте и надежности определения необходимых расчетных параметров. Предложено использование административно-территориального, расчетного и автоматизированного способов территориального районирования и показана возможность реализации этих способов для районирования территории Украины по характеристическим значениям климатических нагрузок.

**Ключевые слова:** климатические нагрузки и воздействия, расчетные параметры, территориальное районирование.

**Pashynskiy V. A.**, Doctor of Engineering, Professor,  
*Kirovograd national technical university*  
**Pashynskiy V. V.**, PhD, Assistant  
*Odesa State Academy of Construction and Architecture*  
**Pashynskiy M.V.**, P.G.,  
*Kirovograd national technical university*  
filonalone@gmail.com

## THE METHODS OF TERRITORIAL ZONING OF CLIMATIC LOADS

**Abstract.** The tabular and cartographic methods are the most used methods of territorial zoning. They does not fully meet modern requirements for accuracy, simplicity and reliability of determining the required design parameters.

The purpose of this work is a comparative analysis of the known methods of territorial zoning of the design parameters of climatic loads and impacts and developing proposals for implementation of alternative methods, proposed by autors.

The results of comparative analysis shows advantages and disadvantages of different ways of the territorial zoning of design parameters of climatic loads and impacts on building structures and proposed the using of administrative-territorial zoning, calculated and automated methods.

Administrative-territorial zoning consists in an assigning of specific value of design parameter across the region or group of districts. This ensures an error-free determination of loads, although it may make excessive reserves.

The calculation method is based on individual determination of the design parameters of loads according to one or more closest weather stations. It allows to take into account the results of all available meteorological observation, but brings uncertainty, which is caused by choice of weather stations and methods of calculation.

The automated method of determination of the design parameters of loads consists in creating a software system (possibly as a special site), which gives the full list of climatic parameters for building area. The annual replenishment of meteorological data and improving methods of calculation ensure the greatest possible accuracy with the minimum amount of time for designer.

**Keywords:** climatic loads and impacts, design parameters, territorial zoning.

**Вступ.** Одним із завершальних етапів дослідження та нормування кліматичних навантажень і впливів є територіальне районування необхідних розрахункових параметрів, зазвичай – характеристичних значень. Схема територіального районування повинна бути простою та зручною у використанні, а також забезпечувати достатню точність та однозначність визначення розрахункових параметрів. Сучасні норми навантажень і впливів найчастіше використовують табличний та картографічний способи, кожен з яких має як переваги, так і недоліки, які необхідно усунути при подальшому удосконаленні норм.

**Аналіз останніх публікацій.** Табличний спосіб територіального районування, при якому необхідні розрахункові параметри встановлюються для ряду населених пунктів, реалізовано в ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010 «Будівельна кліматологія» [1], де наведені характеристики температури атмосферного повітря для 57 населених пунктів України, а також інші параметри клімату для дещо меншої кількості метеостанцій. Аналогічний підхід реалізовано в нормативному документі Мінпаливенерго [2], де наведені статистичні характеристики та характеристичні значення кліматичних навантажень і впливів на повітряні лінії електропередачі за даними близько 200 метеостанцій України.

Картографічний спосіб територіального районування широко використовується у вітчизняних [3] та європейських нормах навантажень [4, 5, 6], а також у Правилах улаштування електроустановок [7], які регламентують кліматичні навантаження на повітряні лінії електропередачі. Методика розроблення карт територіального районування з

урахуванням випадкових відхилень даних окремих метеостанцій від загальної тенденції територіальної мінливості та з оптимальним вибором меж територіальних районів розроблена в [8]. На базі цієї методики в роботах [9] розроблені карти територіального районування розрахункових параметрів температури атмосферного повітря як впливу на огорожувальні та несучі будівельні конструкції. Дещо модифікований картографічний спосіб районування (межі температурних районів співпадають з межами адміністративних областей України) реалізовано в ДБН «Теплова ізоляція будівель» [10]. Важливою методологічною перевагою європейських норм [4, 5, 6] є відокремлення національних додатків від математичного апарату. Таким чином, по мірі появи нової метеорологічної інформації достатньо оновити статистичні дані у національному додатку, а основна частина нормативного документу залишається незмінною.

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Основною проблемою нормування кліматичних навантажень є необхідність сумістити досить складний математичний апарат, можливість постійного оновлення метеорологічних даних та простоту отримання розрахункових значень проектувальниками. Табличний і картографічний способи територіального районування мають ряд недоліків, які ускладнюють їх практичне використання та спонукають до удосконалення цих способів. Окрім них, можна запропонувати інші підходи до територіального районування розрахункових параметрів кліматичних навантажень і впливів, які вимагають теоретичного обґрунтування та виявлення меж їх раціонального використання.

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є порівняльний аналіз відомих способів територіального районування розрахункових параметрів кліматичних навантажень і впливів та розроблення пропозицій щодо реалізації альтернативних способів, запропонованих чи удосконалених авторами.

### **Об'єкти і результати досліджень.**

**Табличний спосіб** територіального районування кліматичних навантажень і впливів передбачає встановлення необхідних розрахункових параметрів за даними кожної з метеостанцій опорної мережі. Значення цих параметрів для територій чи населених пунктів, де проектується будівельні об'єкти, встановлюються за даними найближчої метеостанції. Основним недоліком цього способу є те, що наведені в нормах дані для окремих метеостанцій не завжди достовірно відображають кліматичний режим прилеглої території, мезокліматичні параметри якої можуть помітно відрізнятися від пункту спостережень. Тому чисто геометрична близькість не гарантує близькості кліматичних умов. Окрім того, існує певна невизначеність при виборі проектувальником найближчої до району будівництва базової метеостанції. Різні люди можуть вибрати різні метеостанції з наявної опорної мережі і таким чином отримати різні параметри навантажень чи впливів.

**Картографічний спосіб** територіального районування зводиться до поділу території країни на декілька територіальних районів, для кожного з яких встановлюється певне районне значення кліматичного параметра. Це значення визначається за даними окремих метеостанцій таким чином, щоб для переважної більшості метеостанцій (тобто більшої частини території території) воно гарантувало певний запас надійності. З метою нівелювання випадкових відхилень даних окремих метеостанцій від загальної тенденції територіальної мінливості в [8] розроблена процедура згладжування розрахункових параметрів. За даними [8], карти територіального районування ДБН [3] та ПУЕ [7] забезпечують запаси надійності для 80...90% метеостанцій.

Ключовою перевагою картографічного способу територіального районування є простота розрахунків – достатньо вибрати необхідний кліматичний район і можна одразу отримати необхідні розрахункові параметри. Друга перевага порівняно з табличним способом полягає в компактності подання інформації – карта замінює досить об'ємну таблицю даних для метеостанцій опорної мережі.

Картографічний спосіб територіального районування має також низку недоліків, головними з яких є наступні:

Узагальнення розрахункових параметрів по досить великій території кліматичного району призводить до істотного зменшення точності та появи надмірних резервів у нормах.

Розроблення та розміщення в нормах навантажень окремої карти для кожного з необхідних розрахункових параметрів призвело б до надмірного збільшення обсягу норм та зростання кількості випадкових помилок унаслідок переплутування проектувальниками значень із сусідніх карт. Тому значну частину розрахункових параметрів кліматичних навантажень доводиться визначати через обрані основні параметри за встановленими авторами норм наближеними статистичними залежностями. Так наприклад, експлуатаційні та квазіпостійні розрахункові значення снігового навантаження в ДБН [3] виражені через граничні, що в деяких випадках може істотно зменшити точність розрахунків.

Третім недоліком картографічного способу є прагнення проектувальників вибирати розрахункові параметри «в запас» для вищого району у випадках, коли будівництво планується поблизу межі кліматичних районів.

Вагомим недоліком табличного й картографічного способів територіального районування є складність коригування розрахункових параметрів при появі нових метеорологічних даних. Клімат Землі в цілому поступово змінюється, а діючі норми проектування продовжують спиратися на застарілі метеорологічні дані. Ця проблема частково вирішується за рахунок процедури перевіряння норм, яка повинна виконуватися кожні п'ять років і в процесі якої можна вносити зміни, у тому числі відкоригувати табличні дані чи карти територіального районування з урахуванням результатів метеорологічних спостережень останніх років.

З метою усунення описаних недоліків табличного та картографічного способів територіального районування кліматичних навантажень і впливів пропонується впровадження трьох альтернативних способів, описаних нижче.

**Адміністративно-територіальне районування** зводиться до присвоєння єдиного значення розрахункового параметра усій території певної адміністративної одиниці. В умовах України це може бути область чи група адміністративних районів. В якості встановленого обласного значення слід використовувати максимальне по метеостанціях області значення розрахункового параметра з певною забезпеченістю. Ця забезпеченість приблизно визначає відсоток території області, для якої розрахункове значення встановлене в запас надійності. Такий підхід гарантує безпомилкове й однозначне визначення навантажень за відомим місцем розташування будівельного об'єкта, але при значній мінливості розрахункового параметра може вносити надмірні запаси. У такому випадку територію області доводиться розділяти на 2...3 групи адміністративних районів при умові збереження загального принципу: розташування будівельного майданчика та шукані значення розрахункового параметра визначаються його належністю до тієї чи іншої адміністративно-територіальної одиниці.

Виконані авторами дослідження снігового, вітрового, ожеледно-вітрового навантаження та температури атмосферного повітря підтвердили можливість реалізації адміністративно-територіального районування України за характеристичними значеннями цих навантажень. Районування виконувалося із забезпеченістю 0,95, тобто більшою, ніж на картах територіального районування ДБН [3]. Встановлення єдиного для адміністративної області характеристичного значення навантаження у переважній більшості випадків не призводить до виникнення надмірних запасів територіального районування порівняно з картами ДБН [3]. У першому наближенні встановлено, що поділ на групи адміністративних районів необхідний для таких навантажень: вітровий тиск – для 1 області, вага ожеледі – для 5 областей, вітровий тиск при ожеледі – для 4 областей, температура повітря – для 4 областей, вага снігового покриття – без поділу на групи районів.

В якості прикладу на рисунку 1 наведена схематична карта адміністративно-територіального районування України за вітровим тиском. Ця карта є лише ілюстрацією, яка наочно відображає територіальну мінливість характеристичних значень вітрового тиску. Реально необхідною для проектування є таблиця з переліком областей та відповідних характеристичних значень кліматичних навантажень. Порівняння з картою територіального районування ДБН [3] показало, що в середньому по території України адміністративно-територіальне районування дає характеристичні значення вітрового тиску на 5% більші, ніж за картою з ДБН. Це пояснюється вищою забезпеченістю адміністративно-територіального районування, рівною 0,95.

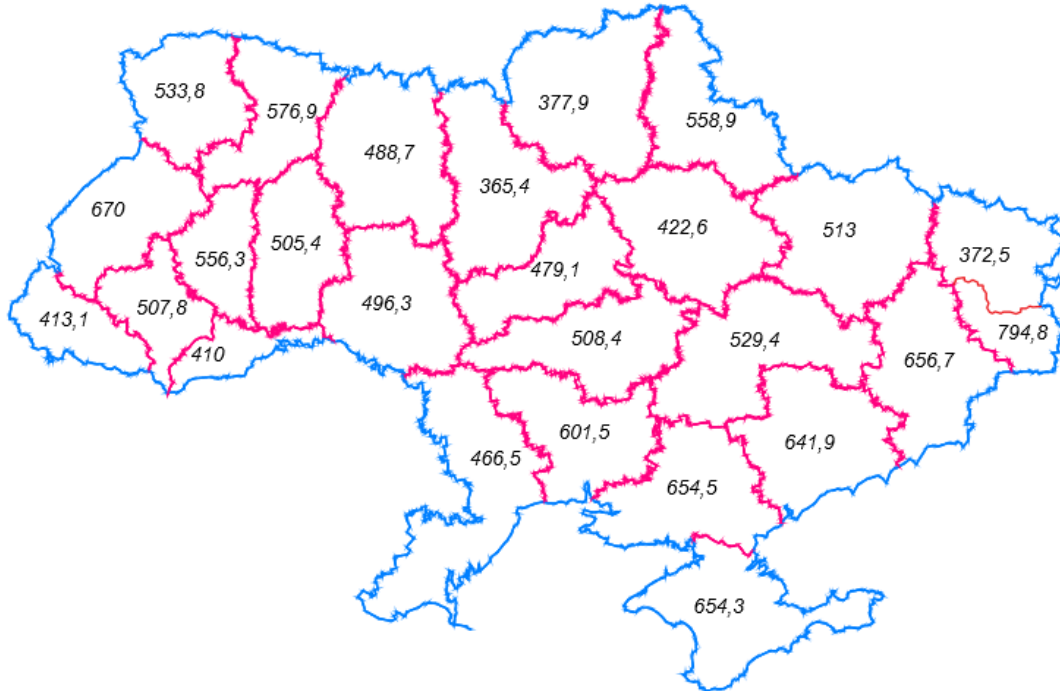


Рис. 1 – Характеристичні значення вітрового тиску (в Паскалях) для областей України

Додатковою перевагою адміністративно-територіального районування є компактність подання та зручність використання необхідної інформації, що практично виключає помилки, обумовлені неточним визначенням місця розташування об'єкта. Характеристичні значення усіх навантажень і впливів подаються у вигляді таблиці, кожен рядок якої відповідає певній адміністративно-територіальній одиниці, а кожен стовпчик містить відповідні значення певного розрахункового параметра. Отже, кожен стовпчик таблиці замінює собою відповідну карту територіального районування, що робить норми навантажень досить компактними і зручними у використанні. Усі чотири карти територіального районування в чинних ДБН [3] можна замінити однією таблицею, яка займе усього одну сторінку, а визначення характеристичних значень усіх навантажень зведеться до пошуку рядка, що відповідає адміністративній області чи групі районів, до якої належить об'єкт будівництва. Більше того, в цій таблиці можна відокремити експлуатаційні та квазіпостійні розрахункові значення снігового та вітрового навантаження від граничних, що підвищить точність розрахунків. Такий підхід дозволить також розробити єдиний нормативний документ з кліматологічного забезпечення будівництва, який зможе об'єднати ДБН «Навантаження і впливи» [3] та ДСТУ «Будівельна кліматологія» [1] при достатній компактності та зручності використання.

**Розрахунковий спосіб** полягає в індивідуальному визначенні розрахункових параметрів навантажень за даними однієї чи декількох найближчих метеостанцій. Це дозволяє врахувати результати усіх наявних метеорологічних спостережень, але вносить невизначеність, обумовлену вибором метеостанцій та методики розрахунку. Спроба упровадження такого способу зроблена у відомчій інструкції [11], де пропонується інтерполювати на необхідну точку дані трьох найближчих метеостанцій, з'єднавши їх

площиною. В роботі [12] показано, що результати площинної інтерполяції за даними трьох найближчих метеостанцій істотно залежать від суб'єктивного вибору цих базових станцій, що робить отримані результати досить сумнівними.

Більш надійні результати можна отримати шляхом осереднення даних багатьох метеостанцій з ваговим множником, обернено пропорційним відстані від пункту розміщення будівельного об'єкту до кожної з метеостанцій. Такий спосіб з експонентним ваговим множником розроблено в [8] і використано для побудови наведених в нормах [3] карт територіального районування за характеристичними значеннями кліматичних навантажень. Істотна залежність результатів обчислень від вибору параметрів згладжування показана на рисунку 2, де наведені результати обчислення характеристичних значень вітрового тиску в розрахункових точках уздовж однієї з повітряних ліній електропередачі України при значеннях параметра згладжування  $a = 1$  км, 20, 30, 50 і 100 км.

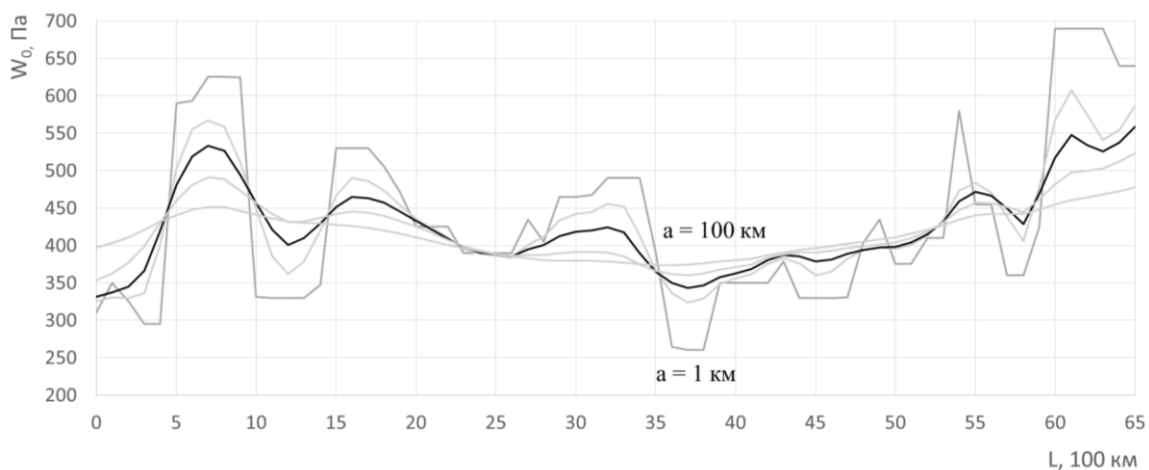


Рис. 2 – Зміна характеристичного значення вітрового тиску уздовж траси повітряної лінії при різних параметрах згладжування

З рисунка видно, що при параметрі  $a = 1$  км згладжування не відбувається, а навантаження практично дорівнюють даним найближчих метеостанцій. Зміни характеристичного значення вітрового тиску уздовж траси мають несистематичний характер, який обумовлюється випадковими коливаннями метеорологічних параметрів на сусідніх метеостанціях. Поступове збільшення параметра згладжування призводить до отримання більш плавних кривих, а при  $a = 100$  км лінія стає надто загладженою і вже не відображає реальний характер змін навантаження в межах сотні кілометрів.

Візуальний аналіз рисунка 2 показує, що оптимальним значенням параметра згладжування є  $a = 30...50$  км. Для реального упровадження цього способу в практику проектування необхідно здійснити не візуальне, а строге математичне обґрунтування параметра згладжування за критерієм мінімальної імовірної похибки кінцевого результату.

**Автоматизований спосіб** визначення розрахункових параметрів навантажень полягає у створенні програмного засобу (можливо у вигляді спеціального сайту), який для заданого місця будівництва встановлює повний комплекс кліматичних параметрів, необхідних для проектування об'єкта з урахуванням географічних і мезокліматичних характеристик місцевості. Цей програмний комплекс повинен містити як базу метеорологічних даних, так і програми для їх обробки та визначення розрахункових значень кліматичних параметрів. Результати можуть видаватися сайтом автоматично у вигляді довідки з цифровим підписом, яка й буде офіційним державним документом, що встановлює для проектувальника значення розрахункових параметрів кліматичних навантажень і впливів на будівельний об'єкт в заданому запитом географічному районі. За умови державної підтримки щорічного поповнення бази метеорологічних даних та удосконалення методів розрахунку цей спосіб гарантує максимально можливу точність при мінімальних витратах часу проектувальника.

### **Висновки:**

1. Найпоширенішими способами територіального районування кліматичних навантажень і впливів у вітчизняних та зарубіжних нормах проектування є табличне та картографічне районування, які не повною мірою відповідають сучасним вимогам до точності, надійності та простоти визначення необхідних розрахункових параметрів.
2. В якості альтернативи запропоновано спосіб адміністративно-територіального та спосіб розрахункового районування параметрів кліматичних навантажень і впливів, принципова можливість реалізації яких для території України показана на прикладах снігового, вітрового, ожеледного навантажень та впливу кліматичної температури.
3. Перспективним підходом до нормування й територіального районування кліматичних навантажень і впливів є автоматизований спосіб, який потребує створення спеціального сайту з базами метеорологічних даних та програмним забезпеченням для їх статистичної обробки та визначення повного комплексу кліматологічних параметрів, необхідних для проектування будівельного об'єкту в заданому географічному районі.
4. За умови забезпечення щорічного поповнення бази метеорологічних даних на державному рівні та постійного удосконалення методів розрахунку автоматизований спосіб районування гарантує максимально можливу точність при мінімальних витратах часу проектувальника.

### **Література**

1. ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К., 2011. – 101 с.
2. Кліматичні дані для визначення навантажень на повітряні лінії електропередавання. Методика опрацювання. – К.: Мінпаливенерго України, 2009. – 89 с.
3. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2007.- 60 с.
4. ENV 1991-2-3. Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-3: General actions - Snow loads. – CEN, 1995.
5. ENV 1991-1-4. Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-4: General actions - Wind actions. - CEN, 2002.
6. ENV 1991-2-5. Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 2.5: Thermal actions. - CEN, 1997.
7. Правила улаштування електроустановок. Розділ 2. Передавання електроенергії. – К.: Мінпаливенерго України, 2006. – 190 с.
8. Пашинський В. А. Атмосферні навантаження на будівельні конструкції для території України. – К.: УкрНДІпроектсальконструкція, 1999. – 185 с.
9. Температурні впливи на огорожувальні конструкції будівель: монографія / В.А.Пашинський, Н.В.Пушкар, А.М.Карюк. – Одеса, 2012.-180 с.
10. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Зі зміною № 1 від 2013 року. – К., 2006. – 66 с.
11. Кліматичне забезпечення будівництва та експлуатації електричних мереж. Типова інструкція. – К.: Мінпаливенерго України, 2008. – 26 с.
12. Пашинський М.В. Точність визначення кліматичних навантажень в заданій точці території методом інтерполяції за даними суміжних метеостанцій // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури.– Одеса: ОДАБА, 2016. – Випуск № 61. – С. 303-308.